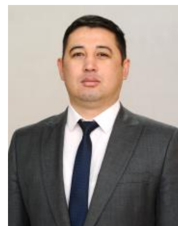
(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

UO‘K: 626.823.914:532.59 (575.3) 10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.38

BETON QOPLAMALI TO‘G‘RI TO‘RTBURCHAK KANALLARDA QIRG‘OQ KOEFFITSIYENTNI ANIQLASH VA UNING TEZLIK TAQSIMOTIGA TA’SIRINI BAHOLASH






Otaxonov Maqsud Yusufovich
“Smart Solution System” MCHJ labarotoriya mudiri, dotsent, Tashkent, O‘zbekistan
E-mail: maksud.otakhonov@bk.ru
ORCID ID: 0000-0003-3969-4436

Babajanov Farruhbek Karimovich
Texnika fanlari falsafa doktori, dotsent, TIQXMMI Milliy tadqiqot universiteti, Tashkent, O‘zbekistan
E-mail: babajanovfarruh@mail.com
ORCID ID: 0000-0001-7669-5687

Allayorov Davronjon Shamsiddinovich
DSc doktorant, Toshkent davlat transport universiteti, Tashkent, O‘zbekistan
E-mail: d.allayorov@tiiame.uz
ORCID ID: 0000-0002-1745-6907

Zokirov Ilhomjon Bahtiyor o‘g‘li
PhD doktorant, TIQXMMI Milliy tadqiqot universiteti, Tashkent, O‘zbekistan
E-mail: ilhomjonzokirov1@gmail.com
ORCID ID: 0009-0005-9672-3987

Annotatsiya. *Beton qoplamali to‘g‘ri to‘rtburchak kanallarda qirg‘oq koeffitsiyentini aniqlash va tezlik taqsimotini baholash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari keltiriladi. Tadqiqotlar “Smart Solution System” MCHJ laboratoriyasida qurilgan K-2 kanalida olib borildi. Kanal kesimida 9 ta vertikal tanlanib, har birida 10 sm, 23 sm va 33 sm chuqurliklarda tezlik o‘lchovlari bajarildi. Aniqlikni oshirish uchun har bir nuqtada 3 marotaba o‘lchov amalga oshirilib, arifmetik o‘rtacha qiymatlar hisobga olindi. O‘lchov ishlari Universal Muline (CM-32) gidrometrik vertushkasi va elektromagnit suv sarfi o‘lchash qurilmasi yordamida bajarildi. Olingan natijalar asosida qirg‘oq koeffitsiyentini aniqlash uchun maxsus formula ishlab chiqildi. Hisoblash jarayonida kanal bo‘yicha olingan o‘rtacha tezlik qiymatlari hamda qirg‘oq zonalaridagi tezliklar taqqoslanib, qirg‘oq koeffitsiyenti qiymati $T=0.92$ ga teng ekani aniqlandi. Shuningdek, gidrometrik o‘lchovlar orqali aniqlangan suv sarfi $Q=0.443$ m³/s bo‘lib, u elektromagnit o‘lchash qurilmasida qayd etilgan $Q=0.445$ m³/s qiymatiga juda yaqin natija berdi. Ularning farqi $\Delta Q=0.002$ m³/s bo‘lib, 1% xatolikni tashkil etdi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, qirg‘oq zonalarida tezlik keskin kamayib, kanal markazida esa yuqoriroq qiymatlar kuzatildi. Qirg‘oq va markaziy qismlar orasidagi maksimal tezlik farqi $\Delta\vartheta=16–29$ % ni tashkil etdi. Ushbu natijalar kengligi 2.5 m bo‘lgan, beton qoplamali kanallarga tegishli bo‘lib, boshqa shakl va o‘lchamlardagi kanallar uchun qo‘shimcha tadqiqotlar o‘tkazishni taqozo etadi.*

Kalit so‘zlar: *Qirg‘oq koeffitsiyenti, beton qoplamali to‘g‘ri to‘rtburchak kanal, gidrometrik vertushka, elektromagnit suv o‘lchagich, oqim tezligi, tezlik taqsimoti, laboratoriya tajribalari, vertikal bo‘yicha tezliklar.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА БЕРЕГА И ОЦЕНКА ЕГО ВЛИЯНИЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ В ПРЯМОУГОЛЬНЫХ БЕТОННЫХ КАНАЛАХ

Отахонов Максуд Юсуфович

Заведующий лабораторией ООО «Smart Solution System», доцент, Ташкент, Узбекистан

Бабажанов Фаррухбек Каримович

Доктор философии технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет ТИИИМСХ, Ташкент, Узбекистан

Аллаёров Давронжон Шамсиддинович

DSc докторант, Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Закиров Илхомджон Бахтиёр угли

Докторант PhD, Национальный исследовательский университет ТИИИМСХ, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В данной статье представлены результаты исследований, проведённых по определению коэффициента берега и оценке распределения скоростей в прямоугольных бетонных каналах. Эксперименты выполнялись в лаборатории ООО «Smart Solution System» на специально построенном канале К-2. В поперечном сечении канала было выбрано 9 вертикалей, на каждой из которых измерения скоростей проводились на глубинах 10 см, 23 см и 33 см от поверхности воды. Для повышения точности каждое измерение повторялось трижды, а итоговые значения определялись как арифметическое среднее. Измерения осуществлялись с использованием гидрометрической вертушки Universal Muline (CM-32) и электромагнитного расходомера. На основе полученных данных была разработана специальная формула для определения коэффициента берега. В результате вычислений установлено, что значение коэффициента берега составляет T=0.92. Кроме того, расход, определённый гидрометрическими измерениями, составил Q=0.443 м³/с, что практически совпадает с результатом, полученным при помощи электромагнитного расходомера — Q=0.445 м³/с. Разница составила всего ΔQ=0.002 м³/с, что соответствует 1% погрешности. Результаты исследований показали, что в прибрежной зоне скорость потока резко уменьшается, тогда как в центральной части канала наблюдаются более высокие значения. Максимальная разница скоростей между берегом и центром канала составила Δϑ=16–29%. Эти результаты характерны для прямоугольных бетонных каналов шириной 2.5 м, однако для каналов иных форм и размеров необходимы дополнительные исследования.*

Ключевые слова: *Береговой коэффициент, бетонированный прямоугольный канал, гидрометрическая вертушка, электромагнитный водомер, скорость потока, распределение скоростей, лабораторные эксперименты, скорости по вертикали.*

DETERMINATION OF THE BANK COEFFICIENT AND EVALUATION OF ITS EFFECT ON VELOCITY DISTRIBUTION IN RECTANGULAR CONCRETE-LINED CHANNELS

Otakhonov Maksud Yusufovich

Head of the laboratory of LLC "Smart Solution System", Associate Professor, Tashkent, Uzbekistan

Babajanov Farrukhbek Karimovich

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor, National Research University TIIAME, Tashkent, Uzbekistan

Allayorov Davronjon Shamsiddinovich

DSc doctoral student, Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Zakirov Ilkhomjon Bakhtiyor ugli

PhD doctoral student, National Research University of TIIAME, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. *This article presents the results of a study on the determination of the bank coefficient and the evaluation of velocity distribution in rectangular concrete-lined channels. The experiments were conducted in the laboratory of "Smart Solution System" LLC on the specially constructed K-2 channel. Nine verticals were selected across the channel cross-section, and velocity measurements were taken at depths of 10 cm, 23 cm, and 33 cm from the water surface. To improve accuracy, each measurement was repeated three times, and the final values were calculated as arithmetic means. The measurements were carried out using a Universal Muline (CM-32) hydrometric current meter and an electromagnetic flowmeter. Based on the obtained data, a specific formula for determining the bank coefficient was developed. The calculations showed that the value of the bank coefficient was T=0.92. Furthermore, the*

discharge determined from hydrometric measurements was Q=0.443 m³/s, which was very close to the discharge obtained from the electromagnetic flowmeter — Q=0.445 m³/s. The difference was only ΔQ=0.002 m³/s, corresponding to an error of 1%. The results demonstrated that flow velocity decreases sharply in the bank zones, while higher values are observed in the central part of the channel. The maximum velocity difference between the banks and the channel center was found to be Δϑ=16–29%. These findings apply to rectangular concrete-lined channels with a width of 2.5 m, whereas channels of different shapes and dimensions require further investigation.

Keywords: *Bank coefficient, rectangular concrete-lined channel, current meter, electromagnetic flow meter, flow velocity, velocity distribution, laboratory experiments, vertical velocity profiles.*

Kirish. Suv insoniyat hayotining ajralmas qismi boʻlib, u nafaqat ichimlik manbai, balki qishloq xoʻjaligi va sanoatning barqaror faoliyati uchun ham zaruriy resursdir. Hozirgi kunda dunyo miqyosida suv tanqisligi tobora jiddiylashib bormoqda. Birlashgan Millatlar Tashkiloti hisobotlariga koʻra, XXI asrda insoniyat duch keladigan eng katta muammolardan biri - aholiga ichimlik va sugʻorish uchun yetarli miqdorda toza suv yetkazib berish masalasidir. Ayniqsa, Markaziy Osiyo sharoitida bu muammo yanada dolzarb, chunki bu mintaqada suv resurslari cheklangan, iqlim keskin kontinental, aholining soni tez oʻsib bormoqda va qishloq xoʻjaligi maydonlari kengaymoqda [5,2].

Global iqlim oʻzgarishi ham jarayonni murakkablashtirmoqda. Qurgʻoqchilik davrlarining choʻzilishi, yogʻin miqdorining notekisligi va daryo oqimlarining mavsumiy farqlari suvdan samarali foydalanishni yanada muhim masalaga aylantiradi. Shu sababli suvni boshqarish, hisobini yuritish va aniq oʻlchash bugungi kunning eng zarur ilmiy va amaliy vazifalaridan biri boʻlib qolmoqda.

Sugʻorish tarmoqlarida suv, odatda, tuproq oʻzanli yoki beton qoplamali kanallar orqali yetkazib beriladi. Kichik kesimli kanallarda suv sarfini zamonaviy doppler datchiklari yordamida oʻlchash koʻp hollarda murakkab kechadi va natijalar yetarli darajada aniqlik bermaydi. Shu sababdan hali-hamon klassik usullar — gidrometrik vertushkalar yordamida oʻlchash amaliy ahamiyatini saqlab qolmoqda. Biroq bu usullarda oʻlchovning ishonchliligi koʻp jihatdan qirgʻoq koeffitsiyentiga bogʻliq, chunki u oqim tezligi taqsimotiga hamda gidravlik hisoblarning aniqligiga bevosita taʼsir koʻrsatadi [4].

Qirgʻoq koeffitsiyenti koʻpincha empirik yoʻl bilan aniqlanadi va turli olimlar tomonidan turlicha qiymatlar tavsiya etilgan. Masalan, qirgʻoq yonbagʻiri qiya boʻlsa, T=0.70; tik va notekis boʻlsa, T=0.80; silliq vertikal yonbagʻirda T=0.90; qirgʻoqqa yaqin joyda esa suv tezligi keskin pasayganda T=0.50 qabul qilinishi maqsadga muvofiq deb topilgan [3,7].

Amaliyotda sugʻorish kanallari odatda trapetsiya shaklida loyihalanadi, toʻgʻri toʻrtburchak kesimli kanallar esa kamroq uchraydi. Biroq soʻnggi yillarda kichik kesimli kanallarning suv oʻtkazuvchanligini oshirish va yerdan foydalanish samaradorligini koʻtarish maqsadida toʻgʻri toʻrtburchak shakldagi beton kanallar qurilishi kengaya boshladi[8]. Shu bilan birga, bunday kanallarda suv tezligi va sarfini aniqlashda qirgʻoq koeffitsiyenti uchun aniq qiymatlar hali toʻliq ishlab chiqilmagan. Natijada oʻlchov ishlari va ularning tahlili koʻpincha murakkabliklar va noaniqliklarga olib kelmoqda.

Shu sababli, toʻgʻri toʻrtburchak shakldagi beton kanallarda qirgʻoq koeffitsiyentini baholash, suv sarfini yanada aniq oʻlchash va oqimning gidravlik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish bugungi kunning dolzarb ilmiy-amaliy masalalaridan biridir [1].

Material va metodlar. Tadqiqot hududining tavsifi. Tadqiqotlar “Smart Solution System” MCHJning “Gidravlika va gidrometriya” laboratoriyasida olib borildi. Tajriba obʼekti sifatida laboratoriya sharoitida maxsus qurilgan K-2 beton kanali tanlandi (1-rasm). Ushbu kanal gidravlik tajribalar oʻtkazish uchun moʻljallangan boʻlib, oqim parametrlarini doimiy nazorat qilish imkonini beradi. K-2 kanalining asosiy geometrik oʻlchamlari quyidagicha: qurilish chuqurligi – h_q=1.02 m, eni – b=2.50 m, suv sathi balandligi – h=0.43 m. Kanalning tubi va devorlari beton qoplama bilan mustahkamlangan boʻlib, silliq yuzalarning saqlanishi tajriba davomida gidravlik sharoitlarning barqarorligini taʼminladi.

Laboratoriya tizimida suv oqimi K-3

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

kanalidan K-2 kanaliga yo‘naltirildi (1-rasm). Bu jarayon K-3 kanaliga o‘rnatilgan zatvorlar yordamida tartibga solindi. Shuningdek, K-3 kanalining chiqish qismiga elektromagnit sarf o‘lchagich o‘rnatilgan bo‘lib, u K-2 kanaliga kelayotgan suv sarfini aniqlashda asosiy vosita sifatida xizmat qildi.



1-rasm. Laboratoriyadagi kanallarining sxematik ko‘rinishi.

Tajribada qo‘llanilgan asbob-uskunalar va o‘lchov metodikasi. Tajriba davomida oqim parametrlarini aniqlash uchun bir nechta zamonaviy o‘lchov asboblari va qurilmalardan foydalanildi.

Universal Muline (CM-32) gidrometrik vertushka – oqim tezligini aniqlashda asosiy o‘lchov asbobi sifatida qo‘llanildi (2-rasm, a). Vertushkaning ishchi mexanizmi oqim ta’sirida aylanish tezligiga asoslangan bo‘lib, u maxsus kalibrlash koeffitsiyentlari yordamida chiziqli tezlik qiymatiga o‘zgartiriladi. Ushbu uskuna 0.03–12.0 m/s diapazondagi tezliklarni yuqori aniqlikda qayd etish imkonini beradi [6]. Vertushka suv chuqurligining turli qatlamlarida tezlikni o‘lchash va tezlik profilini shakllantirish uchun qo‘llanildi.

Elektromagnit sarf o‘lchagich – laboratoriyadagi K-3 kanalidan K-2 kanaliga suv oqimini o‘lchashda ishlatildi (2-rasm, b). Qurilma K-3 kanalidagi zatvorga ulangan quvurga o‘rnatilgan bo‘lib, undan o‘tayotgan suv sarfini aniq qayd etadi. Elektromagnit sarf o‘lchagich suv oqimining elektr induksiya hodisasiga asoslanib ishlaydi: ya’ni, suv oqimi metall bo‘lmagan quvurdan o‘tayotganda magnit maydon hosil qiladi va natijada hosil bo‘layotgan kuchlanish oqim tezligiga proporsional bo‘ladi.

Aniqlikni ta’minlash maqsadida vertushka ko‘rsatgan tezlik qiymatlari elektromagnit sarf o‘lchagich orqali aniqlangan nazariy tezlik bilan solishtirildi. Natijalarning yaqin chiqishi vertushkaning ishonchli ishlashini tasdiqladi va keyingi tajribalarda undan foydalanish imkonini berdi.

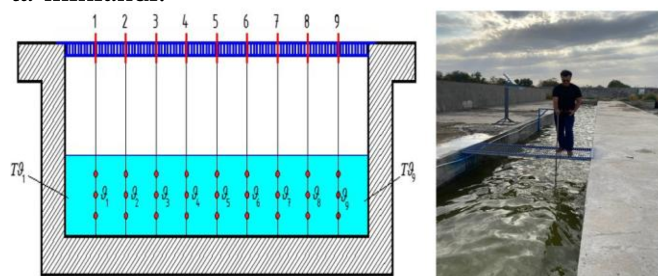


a) Universal Muline (CM-32) markali gidrometrik vertushka b) Elektro magnit oqim o‘lchash qurilmasi

2-rasm. Oqim tezligini o‘lchashda qo‘llaniladigan asboblar.

O‘lchov ishlari laboratoriya sharoitida qurilgan K-2 kanalida amalga oshirildi. Kanal kesimida 9 ta vertikal tanlanib, ular kanal eni bo‘yicha teng masofalarda joylashtirildi (3-rasm). Har bir vertikalda tezlik qiymatlari suv chuqurligi bo‘yicha bir nechta nuqtalarda aniqlanib, oqimning chuqurlik bo‘yicha taqsimoti hisobga olindi.

O‘lchov natijalarining ishonchliligini oshirish maqsadida har bir nuqtada 3 marotaba takroriy o‘lchovlar bajarildi. Olingan qiymatlar arifmetik o‘rtacha usuli orqali qayta ishlanib, yakuniy tezlik qiymatlari belgilandi. Shu orqali o‘lchov jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan tasodifiy xatoliklarning ta’siri kamaytirildi va natijalar aniqligi ta’minlandi.



3-rasm. K-2 kanali kesimida vertikal bo‘yicha tezlik o‘lchash sxemasi va laboratoriya sharoitida amaliy o‘lchov jarayoni.

Qirg‘oq zonalarida tezlik bevosita o‘lchanmaganligi sababli, ular qirg‘oq koeffitsiyenti yordamida aniqlanadi:

$$\vartheta_{chap_qirg`oq} = T \cdot \vartheta_1 \quad (1)$$

$$\vartheta_{o`ng_qirg`oq} = T \cdot \vartheta_i \quad (2)$$

bu yerda:

T – qirg‘oq koeffitsiyenti,

ϑ_1 va ϑ_i – chap va o‘ng qirg‘oqqa eng yaqin vertikal tezliklari.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

Shundan so‘ng, ikki vertikal orasidagi o‘rtacha tezlik ular bo‘yicha aniqlangan o‘rtacha tezliklarning arifmetik qiymati orqali topildi:

$$\vartheta_{o`rt}^{ver} = \frac{1}{2}(\vartheta_i + \vartheta_{i+1}) \quad (3)$$

bu yerda:

$\vartheta_i, \vartheta_{i+1}$ – yonma-yon joylashgan vertikallardagi o‘rtacha tezliklar, m/s.

Qirg‘oq koeffitsiyenti (T), oqim sarfining ikki xil ifodasi tenglashtirilishi orqali aniqlandi. Birinchi holda:

$$Q = \omega \cdot \vartheta_{o`rt} \quad (4)$$

ikkinchi holda esa, kesim bo‘yicha yig‘indi ko‘rinishida yoziladi:

$$Q = \sum_{i=1}^{d} \omega_i \cdot \vartheta_{o`rt}^{ver} \quad (5)$$

bu yerda:

Q- oqim sarfi, m^3/s;

ω – oqim harakat kesim yuzasi, m^2;

ω_i –i-chi bo‘lak yuzasi, m^2 ($\omega_i = \frac{\omega}{d}$);

$\vartheta_{o`rt}$ – kanaldagi o‘rtacha tezlik, m/s;

$\vartheta_{o`rt}^{ver}$ –i-chi vertikal bo‘yicha o‘rtacha tezlik, m/s.

(4) va (5) ifodalarni tenglashtirish natijasida qirg‘oq koeffitsiyenti uchun quyidagi formula ishlab chiqildi:

$$T = \frac{2(d\cdot\vartheta_{o`rt} - \sum_{i=1}^{n}\vartheta_i)}{\vartheta_1 + \vartheta_n} \quad (6)$$

Tadqiqot natijalari va muhokama. Laboratoriya sharoitida o‘tkazilgan tajribalar davomida K-2 kanalining kesimida oqim tezliklari aniqlash ishlari bajarildi. Kanal eni bo‘yicha 9 ta vertikal tanlanib, ularning har birida suv sathidan 10 sm, 23 sm va 33 sm chuqurliklarda tezlik qiymatlari qayd etildi. Aniqlikni ta’minlash maqsadida har bir nuqtada o‘lchov 3 marotaba takrorlandi va olingan natijalar arifmetik o‘rtacha orqali qayta ishlanib, yakuniy qiymatlar belgilandi (1–3-jadvallar).

1-jadval

K-2 kanalida suv sathidan 10 sm chuqurlikda vertikal bo‘yicha o‘lchangan oqim tezliklari

Vertikallar	1-o‘lchovdagi tezlik, m/s	2-o‘lchovdagi tezlik, m/s	3-o‘lchovdagi tezlik, m/s	O‘rtacha tezlik, m/s
1	0.41	0.40	0.42	0.41
2	0.46	0.47	0.44	0.46
3	0.47	0.47	0.47	0.47
4	0.47	0.47	0.47	0.47
5	0.47	0.46	0.47	0.47
6	0.45	0.44	0.45	0.45
7	0.43	0.44	0.43	0.43
8	0.38	0.37	0.37	0.37
9	0.35	0.34	0.36	0.35

10 sm chuqurlikda olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, markaziy vertikallarda tezlik qiymatlari yuqori (0.447–0.470 m/s) bo‘lsa, qirg‘oq zonalariga yaqinlashgan sari tezlik pasayib borgan (0.353–0.412 m/s). Bu holat gidravlik qonuniyatlarga mos bo‘lib, oqimning qirg‘oq sirtlari bilan ishqalanishi oqibatida tezlik kamayishini tasdiqlaydi.

2-jadval

K-2 kanalida suv sathidan 23 sm chuqurlikda vertikal bo‘yicha o‘lchangan oqim tezliklari

Vertikallar	1-o‘lchovdagi tezlik, m/s	2-o‘lchovdagi tezlik, m/s	3-o‘lchovdagi tezlik, m/s	O‘rtacha tezlik, m/s
1	0.45	0.44	0.44	0.44
2	0.44	0.43	0.42	0.43
3	0.46	0.44	0.44	0.45
4	0.45	0.46	0.44	0.45
5	0.45	0.45	0.46	0.45
6	0.44	0.46	0.46	0.45
7	0.42	0.42	0.43	0.42
8	0.40	0.40	0.41	0.40
9	0.37	0.37	0.36	0.37

23 sm chuqurlikdagi natijalarga ko‘ra, oqim tezligi 0.367 m/s dan 0.452 m/s gacha o‘zgarib, markaziy qismda maksimal qiymat qayd etildi. Qirg‘oq zonalarida esa sezilarli pasayish kuzatildi.

3-jadval

K-2 kanalida suv sathidan 33 sm chuqurlikda vertikal bo‘yicha o‘lchangan oqim tezliklari

Vertikallar	1-o‘lchovdagi tezlik, m/s	2-o‘lchovdagi tezlik, m/s	3-o‘lchovdagi tezlik, m/s	O‘rtacha tezlik, m/s
1	0.40	0.41	0.40	0.41
2	0.40	0.40	0.40	0.40
3	0.41	0.42	0.41	0.41
4	0.43	0.41	0.41	0.42
5	0.42	0.40	0.41	0.41
6	0.42	0.41	0.40	0.41
7	0.38	0.40	0.38	0.39
8	0.38	0.37	0.36	0.37
9	0.35	0.33	0.33	0.34

33 sm chuqurlikda tezlik qiymatlari 0.353 m/s dan 0.470 m/s gacha bo‘lib, markaziy qismda yuqori, qirg‘oqlarda esa past bo‘lishi aniqlandi. Bu natijalar ham oqimning devor bilan ishqalanishi va gidravlik kinematika qonuniyatlariga mos keladi.

Barcha chuqurliklarda olingan ma’lumotlar umumlashtirilib, har bir vertikal bo‘yicha o‘rtacha tezlik qiymatlari hisoblandi (4-jadval).

4-jadval

K-2 kanalida vertikallar bo‘yicha umumiy o‘rtacha oqim tezliklari

Vertikallar	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tezliklar, m/s	0.420	0.429	0.444	0.446	0.444	0.436	0.414	0.383	0.353

Suv sarfining qiymati sifatida namunaviy suv o‘lchash qurilmasi — elektromagnit oqim o‘lcha-gich orqali qayd etilgan natija olindi. Ushbu qurilma ko‘rsatkichiga ko‘ra, kanal bo‘yicha suv sarfi

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

Q=0.435 m3/s ni tashkil etdi. Mazkur qiymat asosida kanaldagi oʻrtacha tezlik aniqlandi. Shundan soʻng, yuqorida olingan tezlik maʼlumotlari asosida qirgʻoq koeffitsiyenti T ishlab chiqilgan (6)-formula yordamida hisoblab chiqildi. Hisob-kitoblar natijasiga koʻra, qirgʻoq koeffitsiyenti T=0.92 ga teng boʻldi.

Gidrometriya sohasida maʼlumki, gidrometrik vertushka yordamida oʻlchangan tezliklar orqali suv sarfini aniqlash uchun maxsus gidrometrik jadvallar ishlab chiqilgan. Ushbu jadval yordamida kanaldagi suv sarfini tezlik maydon usuli asosida aniqlash imkoniyati yuzaga keladi. Bunda alohida eʼtibor berilishi lozim boʻlgan jihat shuki, har bir vertikal orasidagi oʻrtacha tezlik aniqlanadi va shu qiymat mos keluvchi yuzaga koʻpaytirilib, umumiy sarf hisoblanadi.

5-jadval

K-2 kanal kesimida oʻrtacha tezliklar asosida hisoblangan suv sarfi

Vertikallar tartibi	Vertikallar orasidagi masofa b, m	Vertikal chuqurlik h, m	Vertikallar orasidagi maydon, ω, m^2	Vertikaldagi o`rtacha tezlik, m/s	Vertikallar orasidagi o`rtacha tezlik, m/s	Vertikallar orasidagi suv sarfi, m^3/s	Kesimdan oqib oqib o`tayotgan suv sarfi, m^3/s
1	2	3	4	5	6	7	8
Chap qirgʻoq				0.382			
	0.25	0.43	0.1075		0.401	0.043	
1				0.420			
	0.25	0.43	0.1075		0.425	0.046	
2				0.429			
	0.25	0.43	0.1075		0.437	0.047	
3				0.444			
	0.25	0.43	0.1075		0.445	0.048	
4				0.446			
	0.25	0.43	0.1075		0.445	0.048	
5				0.444			0.443
	0.25	0.43	0.1075		0.440	0.047	
6				0.436			
	0.25	0.43	0.1075		0.425	0.046	
7				0.414			
	0.25	0.43	0.1075		0.398	0.043	
8				0.383			
	0.25	0.43	0.1075		0.368	0.040	
9				0.353			
	0.25	0.43	0.1075		0.337	0.036	
Oʻng qirgʻoq				0.321			

Olib borilgan oʻlchov ishlari natijalari maxsus jadvalga kiritildi (5-jadval). Natijalardan koʻrinib turibdiki, aniqlangan qirgʻoq koeffitsiyenti yordamida kanaldagi suv sarfi yanada aniqlik bilan belgilandi. Bu esa laboratoriya sharoitida olingan tezlik taqsimotini amaliy suv sarfi bilan bogʻlash imkonini berdi.

Olib borilgan tadqiqotlarimizda namunaviy elektromagnit suv sarfi oʻlchash qurilmasi koʻrsatgan suv sarfi qiymati:

$Q=0.435\ m^3/s$

ni tashkil etdi. Gidrometrik oʻlchov ishlari asosida aniqlangan suv sarfi qiymati esa:

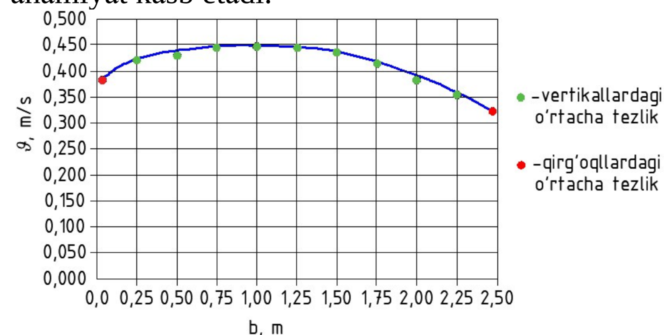
$Q=0.433\ m^3/s$

ga teng boʻldi. Ularning orasidagi farq:

$\Delta Q=0.02\ m^3/s$,

yaʼni xatolik qiymati atigi 1 % ni tashkil etdi. Bu esa olib borilgan oʻlchovlarning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Gidravlik qonuniyatlardan maʼlumki, oqimni chegaralab turgan qirgʻoq devorlari oqim tezliklarining taqsimotiga sezilarli taʼsir koʻrsatadi. 4-rasmda keltirilgan natijalardan koʻrinib turibdiki, qirgʻoq zonalarida oʻrtacha tezlik qiymatlari keskin kamayadi, kanalning markaziy qismida esa tezlik nisbatan yuqori va barqaror boʻladi. Bu hodisa oqimning qirgʻoq bilan ishqalanishi natijasida yuzaga keladi va oqimning gidravlik strukturasi hamda qirgʻoq koeffitsiyentini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.



4-rasm. K-2 kanalida oqim tezliklarining gorizontal boʻyicha taqsimoti.

Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni koʻrsatdiki, qirgʻoq zonalaridagi va kanal markazidagi maksimal tezliklar orasidagi farq $\Delta\vartheta$ = 16–29 % ni tashkil etdi. Ushbu koʻrsatkich kengligi 2.5 m boʻlgan, beton qoplamali toʻgʻri toʻrtburchak kesimli kanallar uchun xosdir. Kanalning geometrik oʻlchamlari oʻzgarishi bilan tezliklarning taqsimoti ham turlicha koʻrinishda namoyon boʻlishi mumkin.

Xulosa. Beton qoplamali toʻgʻri toʻrtburchak kanallarda qirgʻoq koeffitsiyentini aniqlash boʻyicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida yangi

formula taklif etildi. Ushbu formula amalda qo‘llanilganda gidrometrik vertushka yordamida o‘lchangan tezlik qiymatlari asosiy manba sifatida xizmat qiladi. O‘lchov nuqtalarining soni qanchalik ko‘p bo‘lsa, hisob-kitob natijalari shunchalik ishonchli bo‘lishi ta’minlanadi. Shu bilan birga, formuladan foydalanishda vertikallar oralig‘ining bir xil bo‘lishiga alohida e’tibor qaratish lozim. Aks holda, natijalarni aniq olish uchun qo‘shimcha yondashuvlar talab etiladi.

Tadqiqot davomida K-2 kanalida 9 ta vertikal belgilandi va ularning har birida 3 ta nuqtada, 3 marotabadan o‘lchov ishlari bajarildi. Olingan natijalar umumlashtirilib, ishlab chiqilgan formula asosida qirg‘oq koeffitsiyenti hisoblab chiqildi. Hisoblashlar natijasiga ko‘ra, mazkur kanal uchun qirg‘oq koeffitsiyentining qiymati T = 0.92 ga tengligi aniqlandi. Biroq, ushbu qiymat ma’lum darajada o‘zgaruvchan bo‘lishi mumkin, chunki beton qoplamaning sathidagi g‘adir-budurlik darajasi oqim tezligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shuningdek, bizning tadqiqotlarda 1 va 9-vertikallar qirg‘oqdan 0.25 m masofada joylashganligi inobatga olingan. Agar vertikallar qirg‘oqqa yanada yaqinroq yoki uzoqroq masofada joylashtirilsa, qirg‘oq koeffitsiyenti qiymati ham o‘zgarishi ehtimoldan xoli emas. Shu sababli qirg‘oq koeffitsiyenti qiymatini aniqlashda ma’lum chega-raviy shartlarni belgilash zarur.

Oqim tezliklarining taqsimoti bo‘yicha kuzatuvlarda qirg‘oq zonasida tezlikning kama-yishi, kanal o‘rtasida esa maksimal tezlikning shakllanishi qayd etildi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, qirg‘oq va kanal markazidagi maksimal tezliklar farqi $\Delta\vartheta = 16–29$ % oralig‘ida ekanligi aniqlandi. Bu natija kengligi 2.5 m bo‘lgan, beton qoplamali to‘g‘ri to‘rtburchak kesimli kanallarga xos bo‘lib, boshqa shakldagi yoki o‘lchamdagi kanallar uchun qo‘shimcha tadqiqotlar olib borishni talab etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Fatkhulloev, A., & Isakov, Kh. (2016). Sug‘orish kanallarining gidravlik parametrlarini takomillashtirish. Irrigatsiya va melioratsiya, 3(5), 31–34.
2. Atlantic Council. (2025, Fevral). Water Insecurity in Central Asia: The Imperative for Regional and International Cooperation. Atlantic Council.
3. Karimov, S., Akbarov, A., & Jonqobilov, U. (2004). Gidrologiya, gidrometriya va oqim hajmini rostlash (pp. 80–87). Toshkent: O‘zbekiston.
4. Otakhonov, M., Atakulov, D., Zokirov, I., & Khudoyshukurov, Q. (2024). Parameter of a parabola-shaped canal: method of determination. E3S Web of Conferences, 587, 01005. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458701005
5. United Nations. (2024). The United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. UNESCO World Water Assessment Programme.
6. Universal Current Meter: User Manual. (2017). Turkey.
7. Xikmatov, F., Yunusov, G. X., Sagdeyev, N. Z., Turg‘unov, D. M., & Ziyayev, R. R. (2014). Gidrometriya (pp. 90–93). Toshkent.
8. Zeleňáková, M., Arifjanov, A., Abd-Elhamid, H. F., et al. (2025). The effect of lining hydraulic properties on the efficiency and cost of irrigation canal reconstruction. Water Resources Management. https://doi.org/10.1007/s11269-025-04218-2